

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-226620

(43)Date of publication of application : 07.10.1991

(51)Int.Cl.

G01C 19/56  
G01P 9/04

(21)Application number : 02-023140

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 31.01.1990

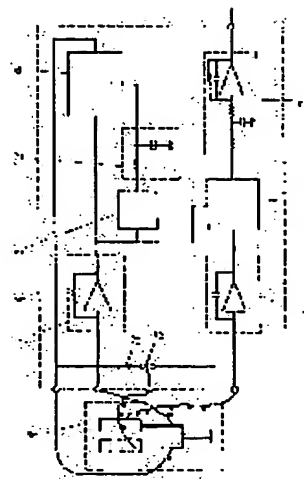
(72)Inventor : ICHISE TOSHIHIKO  
TERADA JIRO  
TAKENAKA HIROSHI  
UEDA KAZUMITSU

## (54) DRIVING APPARATUS OF ANGULAR VELOCITY SENSOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To make self-diagnosis of a breakdown by connecting an output of a first amplifier to a detecting piezoelectric element and confirming the operation of an angular velocity sensor from an output of a second amplifier.

**CONSTITUTION:** A vibrating angular velocity sensor 9 in the structure of a tuning fork is vibrating while being controlled at a constant amplitude by a first amplifier 1, a rectifier 2 which rectifies an output charge of the amplifier 1, a smoothing circuit 3 which smoothes an output voltage of the rectifier 2 and a second amplifier 4 the amplifying degree to amplify an output voltage from the amplifier 1 of which is changed based on an output voltage of the circuit 3. The charge generated in accordance with the angular velocity is impressed to the surface electrodes of a first and a second detecting piezoelectric bimorph elements of the sensor 9 is amplified by a third amplifier 5, detected by a synchronous wave detector 6, amplified by an LPF 7 and output as an angular velocity voltage output. At this time, if the voltage after being amplified by the LPF 7 is checked, it is possible to detect the breakdown of all the block circuits constituting the sensor 9. In other words, the self-diagnosis of the breakdown is achieved only by switching a switching element 10.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-226620

⑮ Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)10月7日

G 01 C 19/56

7414-2F

G 01 P 9/04

7414-2F

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑭ 発明の名称 角速度センサ駆動装置

⑯ 特 願 平2-23140

⑰ 出 願 平2(1990)1月31日

⑱ 発 明 者	市 瀬 俊 彦	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑱ 発 明 者	寺 田 二 郎	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑱ 発 明 者	竹 中 寛	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑱ 発 明 者	上 田 和 光	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑲ 出 願 人	松下電器産業株式会社	大阪府門真市大字門真1006番地	
⑳ 代 理 人	弁理士 栗野 重孝	外1名	

明 細 書

1. 発明の名称

角速度センサ駆動装置

2. 特許請求の範囲

(1) 駆動用圧電素子と第1の検知用圧電素子とを互に直交接合してなる第1の振動ユニット、およびモニター用圧電素子と第2の検知用圧電素子とを互に直交接合してなる第2の振動ユニットからなり、かつ前記第1、第2の振動ユニットを検知軸に沿って互に平行になるように前記駆動用圧電素子と前記モニター用圧電素子の自由端どうしを連結板で連結して音叉構造とした振動型角速度センサと、前記モニター用圧電素子の出力電荷を入力信号として増幅し、この出力電圧によって前記駆動用圧電素子を駆動することにより前記振動型角速度センサを音叉共振させる第1の増幅器と、前記第1および第2の検知用圧電素子の出力を入力とする第2の増幅器と、前記第1の増幅器の出力を前記第1および第2の検知用圧電素子のいずれか一方もしくは両方に接続できるスイッチ素子

とを具備し、前記第1の増幅器の出力を前記検知用圧電素子に接続することにより前記第2の増幅器の出力から前記角速度センサの動作確認ができるように構成した角速度センサ駆動回路。

(2) 第1、第2の検知用圧電素子のいずれか一方もしくは両方にパルス電圧を印加する回路を有する請求項1記載の角速度センサ駆動回路。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明はセラミック圧電素子を音叉構造に接合した振動型角速度センサの駆動回路に関する。

従来の技術

近年角速度が検出できる角速度センサの実用化が進んでおり、たとえばビデオカメラに角速度センサを取りつけ、手ぶれによる撮影画面の揺れを、角速度センサの出力によりレンズ位置を変えて補正する方式など実用化されている。とくに圧電素子を音叉構造に接合した振動型角速度センサはその応答速度や感度の面で優れており、今後の幅広い活用が期待されている。

従来の振動型角速度センサの駆動装置について図面に基づいて説明する。第6図は従来の角速度センサ駆動装置の構成を示す回路ブロック図であり、第1の増幅器(1)と、整流器(2)と、平滑回路(3)と、第2の増幅器(4)で構成される駆動部分と、第3の増幅器(5)と、同期検波器(6)と、ローパスフィルタ(7)とで構成される検知部分とからなり、音叉構造振動型角速度センサ(9)に接続されている。つぎに構成要素の互いの関連動作を説明する。

音叉構造振動型角速度センサ(9)は、第1の増幅器(1)と、第1の増幅器(1)の出力電荷を整流する整流器(2)と、この整流器(2)の出力電圧を平滑する平滑回路(3)と、平滑回路(3)の出力電圧値によって第1の増幅器(1)からの出力電圧を増幅する増幅度が変化する第2の増幅器(4)とによって一定振幅に制御されて音叉振動している。音叉構造振動型角速度センサ(9)に角速度が加わると角速度信号は第3の増幅器(5)で増幅および位相シフトされ、同期検波器(6)で検波され、さらにローパスフィルタ(7)にて平滑、増幅されて出力される。

スイッチ素子とを具備し、このスイッチ素子により第1の増幅器の出力を、検知用圧電素子に接続することにより、角速度センサが正常動作しているかどうかを、第2の増幅器の出力により確認できる手段を有するものである。

#### 作用

上記構成の本発明の角速度センサ駆動装置により、角速度センサを音叉振動させている第1の増幅器の出力電圧を、検知用圧電素子に印加することが可能となる。一方検知用圧電素子は物理的なひずみを与えることにより角速度に比例した電荷を発生させることができるが、逆に前述のように電圧を印加すると物理的なひずみを生じる。検知用圧電素子は音叉の振動方向と90°の角度で取付けられているため、ここに音叉振動と同一周波数の電圧を印加すればセンサの上端部には楕円運動が生じる。この楕円運動は、正常動作時に発生させることができるので楕円運動によって生じた検知用圧電素子の出力を第2の増幅器で増幅すれば、角速度センサおよび駆動回路が正常に動作してい

発明が解決しようとする課題

しかしながら従来の振動型角速度センサの駆動回路では角速度出力が零のときにセンサに加わる角速度が零なのか、センサ素子自体が故障なのかまたはセンサの駆動回路が故障なのかがわからなかった。

本発明は上記、課題に留意し角速度センサ駆動回路内部に故障の自己診断ができる機能を有する角速度センサ駆動装置を提供しようとするものである。

#### 課題を解決するための手段

本発明の上記目的を達成するために、音叉構造の振動型角速度センサと、モニター用圧電素子の出力電荷を入力信号として増幅し、この出力電圧によって駆動用圧電素子を駆動することにより振動型角速度センサを音叉共振させる第1の増幅器と、第1、第2の検知用圧電素子の出力を入力とし角速度に比例した電圧を出力する第2の増幅器と、第1の増幅器の出力を第1、第2の検知用圧電素子のいずれか一方もしくは両方に接続できる

るかどうかを検出できることになる。

#### 実施例

以下本発明による角速度センサ駆動装置の一実施例を図面に基づいて説明する。

まず音叉構造振動型角速度センサについて第3図～第5図を用いて説明する。

角速度センサは第3図に示すような構造であり、主に4つの圧電バイモルフからなる駆動素子、モニター素子、第1及び第2の検知素子で構成され、駆動素子(101)と第1の検知素子(103)を接合部(105)で直交接合した第1の振動ユニット(109)と、モニター素子(102)と第2の検知素子(104)を接合部(106)で直交接合した第2の振動ユニット(110)とを連結板(107)で連結し、この連結板(107)を支持棒(108)で一点支持した音叉構造となっている。

駆動素子(101)に正弦波電圧信号を与えると、逆圧電効果により第1の振動ユニット(109)が振動を始め、音叉振動により第2の振動ユニット(110)も振動を開始する。したがってモニター素

子 (102) の圧電効果によって素子表面に発生する電荷は駆動素子 (101) へ印加している正弦波電圧信号に比例する。このモニター素子 (102) に発生する電荷を検出し、これが一定振幅になるように駆動素子 (101) へ印加する正弦波電圧信号をコントロールすることにより安定した音叉振動を得ることができる。このセンサが角速度に比例した出力を発生させるメカニズムを第4図及び第5図を用いて説明する。

第4図は第3図に示した角速度センサを上からみたもので、速度  $v$  で振動している検知素子 (103) に角速度  $\omega$  の回転が加わると、検知素子 (103) には『コリオリの力』が生じる。この『コリオリの力』は速度  $v$  に垂直で大きさは  $2m v \omega$  である。 $(m$  は検知素子 (103) の先端の等価質量である)

検知素子 (103) は音叉振動をしているので、ある時点で検知素子 (103) が速度  $v$  で振動しているとすれば、検知素子 (104) は速度  $-v$  で振動しており『コリオリの力』は  $-2m v \omega$  である。よって検知素子 (103)、(104) は第5図のように互いに

『コリオリの力』が働く方向に変形し、素子表面には圧電効果によって電荷が生じる。ここで  $v$  は音叉振動によって生じる運動であり、音叉振動が

$$v = a \cdot \sin \omega \cdot t \quad a : \text{音叉振動の振幅}$$

$$\omega : \text{音叉振動の周期}$$

であるとすれば、『コリオリの力』は

$$F_c = a \cdot \omega \cdot \sin \omega \cdot t$$

となり、角速度  $\omega$  および音叉振幅  $a$  に比例しており、検知素子 (103)、(104) を面方向に変形させる力となる。したがって検知素子 (103)、(104) の表面電荷量  $Q$  は

$$Q \propto a \cdot \omega \cdot \sin \omega \cdot t$$

となり音叉振幅  $a$  が一定にコントロールされているとすれば、

$$Q \propto \omega \cdot \sin \omega \cdot t$$

となり検知素子 (103)、(104) に発生する表面電荷量  $Q$  は角速度  $\omega$  に比例した出力として得られ、この信号を  $\omega \cdot t$  で同期検波すれば角速度  $\omega$  に比例した直流信号が得られる。なお、このセンサに角速度以外の並進運動を与えても検知素子 (103)

と検知素子 (104) の2つの素子表面には同極性の電荷が生ずるため、直流信号に変換時、互に打ち消しあって出力は出ないようになっている以上、圧電バイモルフ素子で説明したが、一般の圧電素子でも同様の機能を有することは言うまでもない。

第1図は本発明の角速度センサ駆動装置の一実施例であり、従来例と同一機能を有するものには同一符号を付し説明を省略する。

第1図に示すように、スイッチ素子00と、抵抗00が構成として追加されている。なおローパスフィルタ(7)は、そのカットオフ周波数は使用される周波数よりも充分低く設定されている。

音叉構造振動型角速度センサ(9)の音叉振動の制御は従来例で説明した通りであり、モニタ用圧電バイモルフ素子の表面電荷を増幅する第1の増幅器(1)と、この第1の増幅器(1)の出力電圧を整流する整流器(2)と、この整流器(2)の出力電圧を平滑する平滑回路(3)と、この平滑回路(3)の出力電圧値が高くなると増幅度が低下し平滑回路(3)の出力電圧値が低くなると増幅度が高くなる第2の増幅器(4)

とによって駆動用圧電バイモルフ素子に印加される電圧振幅が制御されて音叉振動は一定振幅となる。

第1、第2の検知用圧電バイモルフ素子の表面電極には印加される角速度に応じて電荷が生じ、この電荷は第3の増幅器(5)で増幅され同期検波器(6)で音叉振動の周期で検波されて角速度に比例した電圧となり、ローパスフィルタ(7)によって増幅されて角速度電圧出力として出力される。

スイッチ素子00は、第1、第2の検知用圧電バイモルフ素子の一方に抵抗00を介して音叉振動の電圧を印加するものである。第2図に角速度センサ(9)を上部から見た図を示す。ベクトル  $V_x$  は音叉振動によって生じており、これに対し一方の検知用圧電バイモルフ素子 (103) に音叉振動の電圧を印加すると、ベクトル  $V_y$  が生じる。ベクトル  $V_x$  と  $V_y$  は同一周波数の正弦波であるから  $V_x$  と  $V_y$  の合成によりセンサの先端は楕円運動となる。音叉振動の電圧を印加してない検知用圧電バイモルフ素子 (104) にも、音叉構造による振動の

伝達により  $V_1'$  のベクトルが生じる。この  $V_1'$  によって生じる電荷量を第3の増幅器(5)で増幅し、同期検波器(6)で検波し、ローパスフィルタ(7)によって増幅した後の電圧をチェックすれば、角速度センサ(9)を構成する全ての素子およびその駆動回路を構成する全ての回路ブロックのいずれか1つにても、異常があれば前述の楕円運動が発生しないか、振幅が変わるので電圧差が発生するため、故障が検出できることになる。すなわちスイッチ素子10を切りかえるだけで、故障の自己診断ができることになる。また、音叉振動の電圧をスイッチ素子10で検知用圧電素子に印加する代わりに、別の音叉振動と同じ周波数のパルス電圧出力回路の出力を印加しても同効果は得られることは明白であり、周波数が異なっても、ベクトル  $V_1$  は発生し、動作確認は可能と言える。

#### 発明の効果

以上説明より明らかなように、本発明は音叉構造の振動型角速度センサに故障が生じた場合、もしくはその駆動回路に故障が生じた場合に、ただ

ちにその故障の発生を検出できるものである。

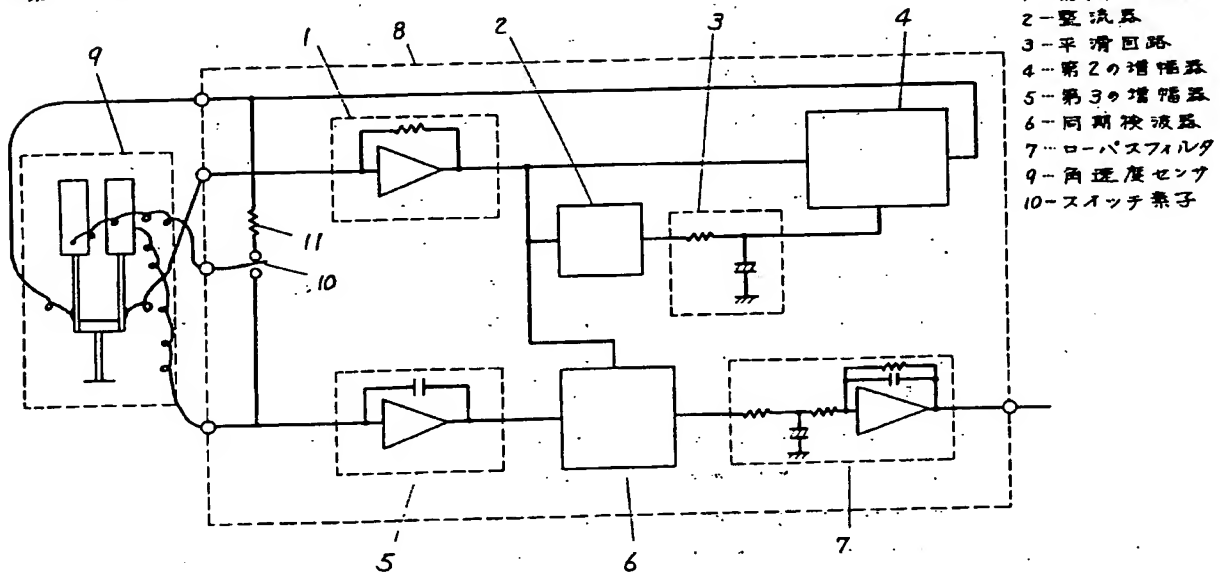
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の角速度センサ駆動装置の一実施例を示すブロック図、第2図は同実施例の動作を説明するための角速度センサの説明図、第3図は音叉構造の振動型角速度センサの斜視図、第4図および第5図は同センサの動作説明図、第6図は従来の角速度センサ駆動装置のブロック図である。

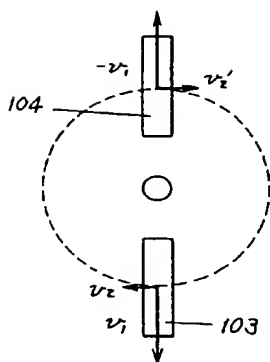
1……第1の増幅器、2……整流器、3……平滑回路、4……第2の増幅器、5……第3の増幅器、6……同期検波器、7……ローパスフィルタ、9……角速度センサ、10……スイッチ素子、101……駆動素子、102……モニター素子(第2の駆動素子)、103……第1の検知素子、104……第2の検知素子、105、106……接合部(第1の接合部材)、107……連結板(第2の接合部材)、109……第1の振動ユニット、110……第2の振動ユニット。

代理人の氏名 弁理士 栗野重孝 ほか1名

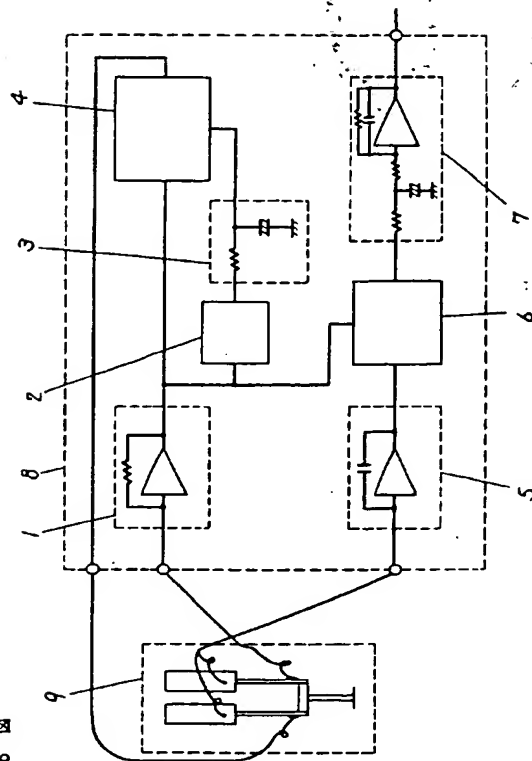
第1図



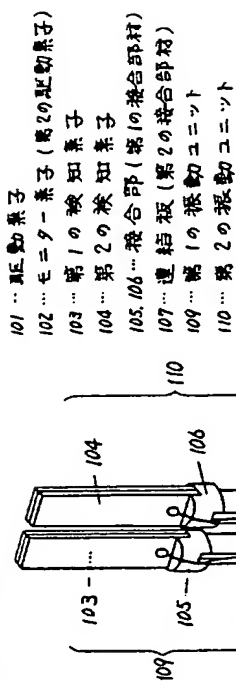
第 2 図



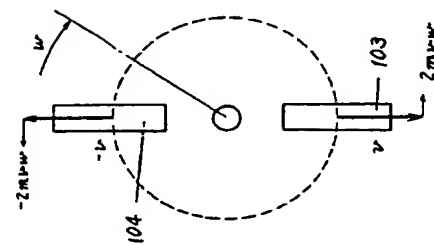
第 6 図



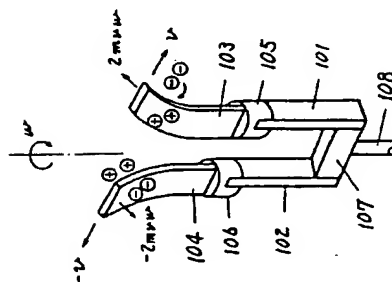
第 3 図



第 4 図



第 5 図





THIS PAGE BLANK (USPTO)